



中华人民共和国海洋行业标准

HY/T 0370.1—2023

海洋环境数据处理与质量控制规范 第 1 部分：海洋水文

Specification for marine environmental data processing and quality control—
Part 1: Marine hydrology

2023-07-11 发布

2023-09-01 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 通则 2

5 预处理和标准化处理 2

6 质量控制 3

7 质量评估 3

8 清单制作 4

9 元数据制作 4

附录 A（规范性） 质量控制方法 5

附录 B（规范性） 温盐质量控制方法 8

附录 C（规范性） 海流质量控制方法 12

附录 D（规范性） 海浪质量控制方法 14

附录 E（规范性） 水位质量控制方法 16

附录 F（规范性） 水色、透明度和海发光数据质量控制方法 19

参考文献 20

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会(SAC/TC 283)归口。

本文件起草单位：国家海洋信息中心。

本文件主要起草人：刘玉龙、徐珊珊、杨锦坤、董明媚、李程、苗庆生、岳心阳、杨扬、张增健、骆敬新、纪风颖、刘首华。

引 言

当前,我国对海洋环境的关注度不断上升,各类近海调查与远洋科考工作蓬勃发展,同时技术发展引发大数据时代到来,海洋环境调查形式将越来越多样,内容越来越丰富,数据的观测频率大大提升,对海洋环境观测数据处理和质量控制能力提出更高的要求,为满足提高海洋环境观测数据处理和质量控制的能力的需要,制定 HY/T 0370《海洋环境数据处理与质量控制规范》系列标准。

HY/T 0370《海洋环境数据处理与质量控制规范》拟由以下 11 个部分组成。

- 第 1 部分:海洋水文。目的是为海洋环境水文调查数据的收集、处理和质量控制,提供规范性的内容、流程和方法。
- 第 2 部分:海洋气象。目的是为海洋环境气象调查数据的收集、处理和质量控制,提供规范性的内容、流程和方法。
- 第 3 部分:海洋化学。
- 第 4 部分:海洋生物。
- 第 5 部分:海洋底质。
- 第 6 部分:海洋地质、地球物理。
- 第 7 部分:海洋地形、地貌。
- 第 8 部分:海洋工程地质。
- 第 9 部分:海洋遥感。
- 第 10 部分:海洋声学。
- 第 11 部分:海洋光学。

HY/T 0370.1 提供了规范的海洋水文数据处理与质量控制内容、流程和方法,清晰工作思路,提高工作效率,为最终获得及时、完整和质量可靠的海洋调查数据打下基础。

海洋环境数据处理与质量控制规范

第 1 部分：海洋水文

1 范围

本文件确立了海洋环境水文数据处理与质量控制的处理流程、处理原则，规定了数据预处理和标准化、质量控制处理、质量评估、数据清单制作和元数据制作等方面的技术内容。

本文件适用于水温、盐度、海流、海浪、水位、水色、透明度和海发光海洋水文数据的处理和质量控制。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12460—2006 海洋数据应用记录格式

GB/T 15920 海洋学术语 物理海洋学

GB/T 14914(所有部分) 海滨观测规范

3 术语和定义

GB/T 15920 和 GB/T 14914(所有部分)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数据处理 data processing

对数据（包括数值的和非数值的）进行分析、整理、计算和编辑等加工的技术过程。

3.2

预处理 pre-processing

在标准化处理前对资料进行的载体转换、信息补充、数据文件类型转换、文件合并与拆分、代码添加和要素名称统一等处理过程。

3.3

标准化处理 standardized processing

按照资料类别，采用规范流程，对不同来源的资料进行格式、编码、计量单位和文件名称等规范统一的数据处理过程。

3.4

质量控制 quality control

采用多种数据处理方法、模型和参数，综合判断数据质量可靠性，并进行质量标识的处理过程。

3.5

海洋水文数据 marine hydrological data

反映海面及海面以下的海洋水文状况及其变化过程的观测数据。

注：本文件涉及的海洋水文数据包括水温、盐度、海流、海浪、水位、水色、透明度和海发光。

3.6

检验 inspection

采用规定的方法和参数,判断海洋水文要素数据是否符合特定规律的检查。

4 通则

4.1 处理流程

海洋水文数据处理流程包括以下 6 个方面内容:

- 预处理;
- 标准化处理;
- 质量控制;
- 质量评估;
- 清单制作;
- 元数据制作。

4.2 处理原则

海洋水文数据处理遵循以下原则。

- a) 完整性:海洋水文数据处理过程中保证数据类型和内容观测信息等的完整。
- b) 规范性:对海洋水文数据进行规范化和统一化的处理。同一类型数据采用的存储格式、编码和计量单位保持一致。
- c) 真实性:海洋水文数据处理过程中保证数据项和辅助项与原始资料一致,不在数据处理过程中对原始资料做修改或增减。
- d) 可靠性:数据处理过程中对数据进行质量控制,对正确数据和错误数据进行标识。

5 预处理和标准化处理

5.1 预处理

审核海洋水文数据中数据来源、获取方式、仪器设备名称及参数和处理者等能说明资料状况的信息是否齐全;审核数据类型、站次数、观测时间和观测位置等是否与任务规定相符,能否满足数据标准化要求。

对于信息收集不完整的数据,应从航次调查报告、资料处理报告、值班日志信息、原始观测记录报表、观测仪器信息等文档中提取所需要的信息;若信息存储在纸介质或图像等模拟信号中,还应对其进行数字化处理。

5.2 标准化处理

海洋水文数据标准化由以下 4 部分组成。

- a) 代码标准化:对按代码记录的项目,应进行代码统一后再行记录。
- b) 计量单位标准化:将同一类型要素的不同计量单位统一为相同的计量单位。
- c) 记录格式标准化:将同一类型要素按照标准格式要求,将数据现有格式转换为标准格式。
- d) 文件名称标准化:按照统一的命名规则进行文件的标准命名。

6 质量控制

6.1 质量控制目的

为保证海洋水文数据存储的完整性、规范性、真实性和可靠性,对数据异常和缺测等情况进行判断,并对正确、可疑、错误和缺测数据进行质量标识。

6.2 质量控制对象

海洋水文数据的质量控制对象包括采用不同观测和调查手段获取的水温、盐度、海流、海浪、水位、水色、透明度和海发光数据。

6.3 质量控制方法

6.3.1 一般说明

6.3.1.1 质量控制方法包括自动质量控制和人工审核。

6.3.1.2 自动质量控制方法是由计算机软件对数据进行质量检查和质量符标识的过程,自动质量控制方法分为基础信息检验和要素特性检验。

基础信息检验是各要素通用的检验方法,包括:格式检验、全等性检验、日期检验、位置检验、着陆检验、深度检验和速度检验,按照附录 A 中 A.1.1 的规定进行检验。

要素特性检验是对不同类型要素进行的特有的检验方法,包括:范围检验、递增性检验、连续性检验、尖峰检验、极值检验和相关性检验等,按照 A.1.2 进行检验。

6.3.1.3 人工审核方法是由专业技术人员采用人工或人机交互方式对数据进行质量判断的过程,方法包括航次轨迹检验、区域特性检验和时间序列图形检验等,按照 A.2 进行审核。

6.3.1.4 海洋水文数据宜采用自动质量控制和人工审核相结合的方法开展质量控制,对有时效要求产生的实时数据可采用自动质量控制方法。

6.3.2 分类质量控制方法

针对不同类型的海洋水文数据使用不同的质量控制方法进行数据质量判断。其中,温盐按照附录 B 的规定进行质量控制;海流按照附录 C 的规定进行质量控制;海浪按照附录 D 的规定进行质量控制;水位按照附录 E 的规定进行质量控制;水色、透明度和海发光数据按照附录 F 的规定进行质量控制。

6.3.3 质量标识

数据质量标识方法采用对数据记录标识质量符的方式。质量符为字符型,应符合 A.3 的规定。

7 质量评估

7.1 质量评估的形式

数据质量评估应编制数据质量评估报告。

7.2 质量评估指标

质量评估指标由以下方法确定。

- a) 有效记录数:数据经过质量控制处理后,质量标识为正确的数据记录总数。
- b) 有效率:有效记录数占全部记录数的百分比。

- c) 缺测记录数:数据经过质量控制处理后,质量标识为缺测的数据记录总数。
- d) 缺测率:缺测记录数占全部记录数的百分比。
- e) 重复率:重复记录数占全部记录数的百分比。

7.3 质量评估报告内容

数据质量评估报告宜包括以下内容。

- a) 数据概况:
 - 包括数据来源机构、总数据容量、文件数、分类型数据容量、文件数;
 - 数据种类、观测方法、观测要素、观测频率、时制;
 - 数据存储格式、是否可读、读取方式或软件、数据的空间范围描述(空间分布站位图)、数据的时间范围;
 - 观测载体数量(航次数、站数、站次数、船数)。
- b) 数据质量情况:
 - 根据实际需要选择包含数据的总记录数、有效记录数、有效率;
 - 各要素的总记录数、有效记录数、缺测率和有效率等(采用数字、表格或图形的方式展示);
 - 以船、航次、站、观测仪器等单位分别说明数据的有效记录数、有效率和缺测率;
 - 描述主要存在质量问题,作出原因分析。
- c) 数据分析:选编内容,一般包括局地气候代表性、对研究解决科学问题的支撑情况等。
- d) 数据应用价值分析和建议:
 - 根据社会普遍需求给出数据的应用价值,包括可应用领域、经济价值和社会价值等;
 - 根据目前具体的工作需要给出数据具体的应用价值;
 - 提出数据存在的问题和使用时的注意事项以及进一步收集数据的需求。

8 清单制作

编制标准数据集的数据清单,数据清单的内容包括:序号、项目名称和编号、数据名称、学科类型、开始时间、结束时间、空间范围、文件数、数据量、处理人、处理单位(部门)、密级和备注等。

9 元数据制作

海洋水文数据经过质量控制处理后形成的标准数据集,根据需要编制对应元数据信息。

元数据包含的信息如下。

- a) 基本信息:数据名称、摘要、关键词、创建日期、联系办法、数据格式、安全级别、区域和时间等基本信息。
- b) 调查信息:项目、单位、平台、仪器和起止时间等与数据调查相关的信息。
- c) 质量信息:数据处理过程、处理方法、处理人和资料质量情况等描述数据质量的信息。
- d) 内容信息:要素、计量单位、精确度等描述数据内容特征的信息。
- e) 参照系信息:参照系统名称、投影、基准等数据所使用空间参照系统的说明信息。

附 录 A
(规范性)
质量控制方法

A.1 自动质量控制方法

A.1.1 基础信息检验

A.1.1.1 格式检验

按照规定的格式进行项目要素记录的检验,包括起始位置、长度、数据记录的类型以及缺测值的填写等,不满足规定格式要求的数据记录均为错误。

A.1.1.2 全等性检验

针对观测记录中的某些要素项,如资料类型、固定站点代码、平台代码、观测方法、仪器名称、观测仪器海拔高度、观测要素代码等进行数据检验,这些要素项的参数记录和约定值必须完全一致,否则视为错误。

A.1.1.3 时间检验

观测时间(年、月、日、时、分、秒和时区)的取值应位于合理范围内。其中,年份取值不大于当前年份,月份取值范围为1~12,日期取值介于当月的天数之间,小时取值范围为0~23,分、秒取值范围为0~59。同批次调查资料时间信息应与调查时间一致。

A.1.1.4 位置检验

海洋观测资料的测站位置应在合理取值范围内。如:全球经度范围为 $-180^{\circ}\sim 180^{\circ}$,纬度范围为 $-90^{\circ}\sim 90^{\circ}$,特定调查可根据具体要求调整经纬度范围。固定观测站位漂移范围通过球面换算不超过5 km。

A.1.1.5 着陆检验

近岸和大洋观测位置应位于海洋中,依据全球数字化地图判断观测数据位置是为陆地或是海洋。

A.1.1.6 深度检验

海洋观测资料的深度应在实际地形范围内,判断观测站点位置的观测深度是否符合深度要求。

A.1.1.7 速度检验

移动观测平台的移动速度应处于合理的范围内。将移动观测平台当前时间的观测位置与前一个有正确观测位置进行距离和对应的时间差的计算得到平均速度,对于观测船,最大速度应小于20.0 m/s(约40节);对于漂流浮标,最大速度应小于3.5 m/s。

A.1.2 要素特性检验

A.1.2.1 范围检验

根据海洋水文观测要素特点,定义各要素的正常取值范围,对数据进行合理性检验。如果超出正常

范围,则认为该数据异常。

A.1.2.2 递增性检验

要素剖面深度、连续站点观测时间等按一定的顺序排列应是递增的,假设当前观测值为 x_i ,与其相邻的上一个观测值为 x_{i-1} ,应满足公式(A.1),否则该数据异常。

$$x_i - x_{i-1} \geq H \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

x_i ——当前观测值;

x_{i-1} ——与 x_i 相邻的上一个观测值;

H ——检验值,根据数据观测特性的不同具体确定。

A.1.2.3 连续性检验

海洋水文要素在一定时间和空间范围内具有连续性,时间接近或者位置邻近的要素变化值应在一定范围内,假设当前观测值为 x_i ,与其时间或者空间相邻的上一个非缺测值为 x_{i-1} ,则应满足公式(A.2),否则该数据异常。

$$|x_i - x_{i-1}| \leq H \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

x_i ——当前观测值;

x_{i-1} ——与 x_i 时间或者空间相邻的上一个非缺测值;

H ——检验值,根据要素类型、观测时间间隔、水平距离等因素确定。

A.1.2.4 尖峰检验

海洋水文数据在垂向空间或连续时间范围内应相对平滑,假设当前观测值为 x_i ,与其时间或空间相邻的观测值为 x_{i-1} 和 x_{i+1} ,则要求 x_i 满足公式(A.3),否则认为 x_i 异常。

$$|x_i - (x_{i+1} + x_{i-1})/2| - |(x_{i+1} - x_{i-1})/2| \leq H \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

x_i ——当前观测值;

x_{i+1} ——与 x_i 相邻的下一个观测值;

x_{i-1} ——与 x_i 相邻的上一个观测值;

H ——检验值,根据要素类型、观测时间间隔和垂向距离等因素确定。

A.1.2.5 极值检验

定点定时要素观测值的取值应在该地该要素的多年极值范围内,若不满足,则判定其为异常值。

$$\text{Min}(X) \leq X \leq \text{Max}(X) \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

$\text{Min}(X)$ ——多年极小值;

X ——当前观测值;

$\text{Max}(X)$ ——多年极大值。

A.1.2.6 相关性检验

根据海洋水文数据间的相互关系进行检验,即通过要素间的相互关系(如:一日内各定时或逐时记录值是否超出日极值;最大波高必须大于或等于平均波高;最大周期必须大于或等于平均周期;高、低潮

潮高与逐时潮高的关系；波型、波高和海况的关系；风速、波高和周期的关系；海水盐度、温度和密度的关系等)检验数据的异常。

A.2 人工审核

A.2.1 航次轨迹检验

通过航线图验证着陆点检验的结果，并检查航行观测轨迹是否合理。

A.2.2 区域特性检验

根据当前数据的观测时间和经纬度，查找与之时空相近的同类型历史数据进行比较，以及不同要素叠加比较，判断该数据模态是否偏离于其他数据，对离群数据进行标识。

A.2.3 时间序列图形检验

通过绘制要素的时间序列过程线和剖面图分布或廓线图等图形，以及同类要素不同观测频率时间序列，判别观测要素的突变值是异常值还是海洋真实变化。

A.2.4 数据抽样检验

人工抽样绘制要素检验图形和结果，检查质量控制是否能准确判别正确和错误数据。

A.3 质量标识方法

数据质量标识方法采用对数据记录标识质量符的方式。质量符为字符型，其用法和意义按照表 A.1的规定使用。

表 A.1 质量符的用法和意义

代码	含义
空格	未作质量控制
1	正确
2	可能正确
3	可能错误
4	错误
5~8	备用
9	缺测

附录 B
(规范性)
温盐质量控制方法

B.1 质量控制方法分类

- 温盐质量控制方法可归纳为以下 3 类：
- 基础信息检验，包括格式检验、全等性检验、日期检验、位置检验、着陆检验、深度检验和速度检验；
 - 要素特性检验，包括范围检验、深度递增检验、剖面廓线检验、常数剖面检验、尖峰检验、密度反转检验、温度冰点检验、气候特性检验、时间连续性检验和相关性检验；
 - 人工审核，通过人工或人机交互的方式审核数据的异常情况。

B.2 基础信息检验

详见 A.1.1。

B.3 要素特性检验

B.3.1 范围检验

统计历史海洋观测资料确定温度和盐度要素的全球范围和区域范围，进行范围检验，超过该范围的数据视为错误。定点定时温盐观测值的取值应在定点长期观测统计极值范围内，表 B.1 是温盐范围检验全球区域的参数范围，区域和定点范围参数可根据实际情况确定。

表 B.1 温盐范围检验质量控制参数

区域	温度范围检验参数/℃	盐度范围检验参数/PSU
全球	−2.5~40.0	0~41.0

B.3.2 深度递增检验

检验温盐剖面数据是否符合深度增加的要求。依次比较相邻两层的压强或深度，如果相邻两层压强或深度逆转，只留第一个压强或深度及该层次上的温度和盐度值。

B.3.3 剖面廓线检验

判断一个温盐剖面数值是否处于随深度变化的廓线值内，适用于垂向深度较大的温盐剖面资料。表 B.2 为垂向深度统计的大洋温度和盐度廓线范围。

表 B.2 垂向深度统计温度和盐度廓线范围

深度范围/m	温度范围/℃	盐度范围/PSU
0~25	−2.5~40.0	0.0~41.0
>25~50	−2.0~36.0	0.0~41.0

表 B.2 垂向深度统计温度和盐度廓线范围（续）

深度范围/m	温度范围/℃	盐度范围/PSU
>50~100	-2.0~36.0	1.0~41.0
>100~150	-2.0~34.0	3.0~41.0
>150~200	-2.0~33.0	3.0~41.0
>200~300	-2.0~29.0	3.0~41.0
>300~400	-2.0~27.0	3.0~41.0
>400~1 100	-2.0~27.0	10.0~41.0
>1 100~3 000	-1.5~18.0	22.0~38.0
>3 000~5 500	-1.5~7.0	33.0~37.0
>5 500~12 000	-1.5~4.0	33.0~37.0

B.3.4 常数剖面检验

检验垂向深度较大、层次较多的温盐剖面数据变化，找出剖面中的要素最大值 V_{MAX} 和最小值 V_{MIN} ，计算两者之差，两者之差应该满足公式(B.1)，若不满足，视为整个剖面所有观测要素均为错误数据。温度和盐度常数剖面检验值见表 B.3。

$$V_{\text{MAX}} - V_{\text{MIN}} \geq H$$

.....(B.1)

式中：

V_{MAX} ——一个剖面中的要素最大值；

V_{MIN} ——一个剖面中的要素最小值；

H ——检验值。

表 B.3 温盐常数剖面检验值

要素	参考检验值
温度	0.1 ℃
盐度	0.1

B.3.5 尖峰检验

检验温盐剖面上随深度连续变化的要素突变尖峰是否超出变化范围。计算方法详见 A.1.2.4。温度和盐度尖峰检验值见表 B.4。

表 B.4 温盐尖峰检验值

要素	压强	参考检验值
温度	≤50 MPa	8 ℃
	>50 MPa	3 ℃

表 B.4 温盐尖峰检验值 (续)

要素	压强	参考检验值
盐度	$\leq 50 \text{ MPa}$	1.0
	$> 50 \text{ MPa}$	0.4

B.3.6 密度反转检验

检验同一剖面相邻深度的海水位势密度,相邻两层的位势密度之差在一定范围内,深度较小处的密度与深度较大处的密度反转应保持在合理范围内。

从浅层到深层, $i+1$ 层对应的密度值为 ρ_{i+1} , i 层对应的密度值为 ρ_i , $i-1$ 层对应的密度值为 ρ_{i-1} ,如果符合公式(B.2),且符合公式(B.3),则 $i+1$ 层的温度和盐度都应标识为错误数据。

$$\rho_i - \rho_{i+1} > 0.03 \text{ kg/m}^3 \quad \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

$$\rho_{i-1} > \rho_{i+1} \quad \dots\dots\dots (\text{B.3})$$

式中:

ρ_i —— i 层对应的密度值;

ρ_{i+1} —— $i+1$ 层对应的密度值。

从深层到浅层, $i-1$ 层对应的密度值为 ρ_{i-1} , i 层对应的密度值为 ρ_i , $i+1$ 层对应的密度值为 ρ_{i+1} ,如果符合公式(B.4),且符合公式(B.5),则 $i-1$ 层的温度和盐度都应标识为错误数据。

$$\rho_i - \rho_{i-1} < 0.03 \text{ kg/m}^3 \quad \dots\dots\dots (\text{B.4})$$

$$\rho_{i+1} > \rho_{i-1} \quad \dots\dots\dots (\text{B.5})$$

式中:

ρ_i —— i 层对应的密度值;

ρ_{i+1} —— $i+1$ 层对应的密度值。

B.3.7 温度冰点检验

温盐剖面观测温度不应小于计算的冰点温度理论值。在同一压力层中,温盐观测值都存在则计算冰点温度,否则计算下层计算值。冰点温度算法见公式(B.6)。

$$T = -0.057\,5 \times S + (1.710\,523 \times 10^{-3}) \times S^{3/2} - (2.154\,996 \times 10^{-4}) \times S^2 - (7.53 \times 10^{-4}) \times p \quad \dots\dots\dots (\text{B.6})$$

式中:

T ——计算的冰点温度值;

S ——PSU单位的盐度值,范围为(27~35)PSU;

p ——在上述观测盐度下的压力层,单位为兆帕(MPa)。

B.3.8 气候特性检验

基于海洋观测资料在区域中的概率统计特性,检验温盐要素是否服从季节性变化统计规律,定点观测站为本站统计。从历史资料中统计测站位置要素数据的累年/月平均值 ann 和对应的均方差 sd ,选取合理的倍数 m (如 $m=3$)。如果不能满足公式(B.7),则判定其为异常值,需进一步分析。

$$\text{ann} - m \times \text{sd} \leq X \leq \text{ann} + m \times \text{sd} \quad \dots\dots\dots (\text{B.7})$$

式中:

ann ——历史资料中统计的要素数据的累年/月平均值;

sd ——历史资料中统计的要素数据的累年/月平均值对应的均方差；

m ——选取的倍数。

B.3.9 时间连续性检验

检验定点连续或走航连续观测的同层温盐数据的时空物理量稳定性,方法见 A.1.2.4,温盐时间连续性检验具体检验方法如下。

首先计算当前值与上一个时间或空间邻近的良好值的差值的绝对值 ΔX ,见公式(B.8):

$$\Delta X = |x_i - x_{i-1}| \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

ΔX ——当前值与上一个时间或空间邻近的良好值的差值的绝对值;

x_i ——当前观测值;

x_{i-1} ——当前观测值相邻的上一个良好观测值。

然后计算时间连续性检验值 σ_T ,即要素随时间的变化率,使用公式(B.9)计算:

$$\sigma_T = K(T)T \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

式中:

σ_T ——时间连续性检验值;

$K(T)$ ——经验变化参数,局地确定;

T ——当前时刻和下一观测数据的时间间隔,单位为小时(h)。

时间连续性检验要求符合公式(B.10),否则当前观测值异常。

$$\Delta X < \sigma_T \quad \dots\dots\dots (B.10)$$

B.3.10 相关性检验

检验同一水团内部温盐观测量之间相互关联的一致性。计算站点位温,对基于不同测量手段获得的历史温盐数据进行整合,制作区域的温盐关系模型。根据海洋温盐观测数据间模态包络关系进行数据异常检验。

B.4 人工审核

详见 A.2。

附录 C
(规范性)
海流质量控制方法

C.1 质量控制方法分类

海流质量控制采用的方法可归纳为以下 3 类：

- 基础信息检验,包括格式检验、全等性检验、日期检验、位置检验、着陆检验、深度检验和速度检验；
- 要素特性检验,包括范围检验、连续性检验、尖峰检验、良好百分比检验、调和常数范围检验；
- 人工审核,通过人工或人机交互的方式审核数据的异常情况。

C.2 基础信息检验

详见 A.1.1。

C.3 要素特性检验

C.3.1 范围检验

统计历史资料确定流速和流向的一般取值范围,超过该范围的数据视为错误。海流要素范围检验值见表 C.1。

表 C.1 海流范围检验质量控制参数

要素	质量控制参数范围
水平流速	0 cm/s~250 cm/s
水平流向	0°~360°(361°静稳,362°不定向)

C.3.2 连续性检验

时间邻近且空间接近的海流要素具有连续性,变化值应在一定范围内,连续性检验方法详见 A.1.2.3,流速检验值见表 C.2。

表 C.2 流速连续性检验值

要素	参考检验值
流速	40 cm/s
东分量	40 cm/s
北分量	40 cm/s
垂直流速	15 cm/s

C.3.3 尖峰检验

海流在空间或时间范围内变化是有限的,若出现较大的突变,这一突变值与周围观测值明显不

同,则判定其为异常值,尖峰检验方法详见 A.1.2.4,流速尖峰检验值见表 C.3。

表 C.3 流速尖峰检验值

要素	参考检验值
流速	40 cm/s
东分量	40 cm/s
北分量	40 cm/s
垂直流速	15 cm/s

C.3.4 良好百分比检验

根据使用仪器特性,确定海流数据良好百分比检验的阈值,小于阈值的剖面数据视为坏数据。阈值根据数据特性和研究需求自行确定。

C.3.5 调和常数范围检验

对近岸潮流数据进行调和分析,将其调和常数与该区域的历史资料或其他观测数据调和分析获得的调和常数进行比较,如存在明显差异,不满足分布规律,则数据可疑。

C.4 人工审核

详见 A.2。

附录 D
(规范性)
海浪质量控制方法

D.1 质量控制方法分类

海浪质量控制采用的方法可归纳为以下 3 类：

- 基础信息检验,包括格式检验、全等性检验、日期检验、位置检验、着陆检验、深度检验和速度检验；
- 要素特性检验,包括范围检验、连续性检验、尖峰检验、相关性检验和异常值检验；
- 人工审核,通过人工或人机交互的方式审核数据的异常情况。

D.2 基础信息检验

详见 A.1.1。

D.3 要素特性检验

D.3.1 范围检验

统计历史海浪观测数据全球、区域和定点数据范围和仪器量程,给出观测要素值的一般性范围,海浪范围检验值见表 D.1。

表 D.1 海浪范围检验质量控制参数

要素	质量控制参数
波高	0 m~30 m
周期	0 s~30 s
波向	0°~360°

D.3.2 相关性检验

检验海况、波型、风(涌)浪向、周期、波高等同时观测多要素之间相关关系,波型代码见 GB/T 12460—2006 中表 B.12,若海面无海浪或有海浪而测不出波高、周期时,波向记“C”：

- a) 同一时刻与同一位置,波型为 F,风浪向不能为 C,涌浪向为 C；
- b) 同一时刻与同一位置,波型为 U,风浪向为 C,涌浪向不能为 C；
- c) 同一时刻与同一位置,风(涌)浪向均为 C 时,周期、波高值均为 0.0；
- d) 同一时刻与同一位置,最大波高大于或等于十分之一波高,十分之一波高大于或等于有效波高,有效波高大于或等于平均波高。

D.3.3 连续性检验

检验时间接近或者位置邻近的海浪观测要素差值。连续性检验方法详见 A.1.2.3,海浪连续性检验值如表 D.2 所示,超出相关时空范围均不做检验(相邻时刻参考值为 3 h 内、相邻位置参考值为 50 km 内)。定点精细阈值范围需对定点数据序列进行试验确定。

表 D.2 海浪连续性检验值

要素	参考检验值范围
波高	10.0 m
周期	15.0 s

D.3.4 尖峰检验

检验相邻时刻定点海浪观测要素差值。尖峰检验计算公式详见 A.1.2.4,海浪采用尖峰检验检验值如表 D.3 所示,超出时间范围不做检验(相邻时刻参考值为 3 h 内、相邻位置参考值为 50 km 内)。定点精细阈值范围需对定点数据序列进行试验确定。

表 D.3 海浪尖峰检验值

要素	参考检验值范围
波高	2.0 m
周期	4.5 s

D.3.5 异常值统计检验

检验波高时间序列中所出现异常值的统计特性,采用 Grubbs 准则临界值参数对数据进行质量控制,数据需满足公式(D.1),否则该数据可疑。

$$|x_i - \bar{x}| \leq G \times \sigma$$

.....(D.1)

式中:
 x_i ——观测值;
 \bar{x} ——观测值的平均值;
 G ——格拉布斯临界值;
 σ ——数据序列的标准差。
 G 由公式(D.2)计算得到:

$$G = \frac{n-1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{t^2}{n-2+t^2}}$$

.....(D.2)

式中:
 G ——格拉布斯临界值;
 n ——数据序列的个数;
 t ——自由度为 $n-2$,显著性水平为 α/n 的单边界检验 t 分布的临界值,一般通过通用函数或 t 分布临界值表查询得到, α 一般取 0.05 或 0.01。

D.4 人工审核

固定点数据绘制时间变化序列图,包含单要素或多要素(相关性)。空间点数据绘制空间大面图,辅助时间变化序列图。详见 A.2。

附录 E (规范性) 水位质量控制方法

E.1 质量控制方法分类

水位数据质量控制方法可归纳为以下 4 类：

- 基础信息检验,包括格式检验、全等性检验、日期检验、位置检验和着陆检验；
- 异常数据判别,通过逐时水位与增减水的连续性检验,确定异常数据；
- 整体质量评价,通过对调和常数、余水位方差、平均海平面等潮汐特征参数计算比较分析,确定潮汐资料整体可靠性及验潮记录零点稳定性；
- 人工审核,通过人工或人机交互的方式审核数据的异常情况。

E.2 基础信息检验

E.2.1 格式检验

详见 A.1.1。

E.3 异常数据判别

E.3.1 极值检验

检验高低潮潮高极值与对应的逐时潮高极值,若二者显著差异,则判定其为异常值,需进一步分析。各月极值潮位应满足公式(E.1)：

$$\begin{cases} 0 \text{ cm} < E_H - \zeta_{\max} < 20 \text{ cm} \\ 0 \text{ cm} < \zeta_{\min} - E_L < 20 \text{ cm} \end{cases} \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

- E_H ——潮汐资料中的月极值高潮位；
- ζ_{\max} ——该月逐时潮位中的最大值；
- ζ_{\min} ——该月逐时潮位中的最小值；
- E_L ——潮汐资料中的月极值低潮位。

E.3.2 相关性检验

检验高低潮高与对应逐时潮高数据间的相互关系,潮汐资料文件记录中高低潮潮高与对应的逐时潮高必须符合潮汐变化趋势,高潮出现时间前后相邻整点时刻的潮位值应小于高潮值,低潮出现时间前后相邻整点时刻的潮位值应大于低潮值。

E.3.3 逐时潮位合理性检验

检验 k 时刻的实测潮位值 $\zeta(k)$ 与估计潮位值 $\hat{\zeta}(k)$ 的差值。基于潮位变化过程的连续性, k 时刻的实测潮位值与计算的估计潮位值应接近,两者相差较大时,就可认为在时刻区间 $(k-2, k+2)$ 上的 5 个逐时潮位中至少有一个是可疑的。其中 k 时刻估计潮位值可用公式(E.2)计算。

$$\hat{\zeta}_k = \frac{2}{3}(\zeta_{k+1} + \zeta_{k-1}) - \frac{1}{6}(\zeta_{k+2} + \zeta_{k-2}) \dots\dots\dots (E.2)$$

式中：

$\hat{\zeta}(k)$ —— 估计潮位值；

ζ_{k+1} —— $k+1$ 时刻潮位值；

ζ_{k-1} —— $k-1$ 时刻潮位值；

ζ_{k+2} —— $k+2$ 时刻潮位值；

ζ_{k-2} —— $k-2$ 时刻潮位值。

实测潮位值 $\zeta(k)$ 与估计潮位值 $\hat{\zeta}(k)$ 的差值, 可用 Δ_k 表示, 则 Δ_k 的计算公式为(E.3)。

$$\Delta_k = \zeta(k) - \hat{\zeta}(k) \quad \dots\dots\dots (E.3)$$

式中:

Δ_k —— 实测潮位值与估计潮位值的差值;

$\zeta(k)$ —— 实测潮位值;

$\hat{\zeta}(k)$ —— 估计潮位值。

在应用上述方法时, 一个主要的问题是如何确定判据。即, 实测潮位值 $[\zeta(k)]$ 和估计潮位值 $[\hat{\zeta}(k)]$ 相差多大时, 就应认为数据是可疑的。可用以下方法确定 Δ_k , 令:

Δ_k 彼此独立并服从正态分布, 它们的均值为 $\bar{\Delta}$, 方差为 σ 。

若规定所有的 $|\Delta_k - \bar{\Delta}|$ ($k=1, 2, \dots, N$) 均不大于一个正数的 M 的概率为 0.90, 则 M 可用公式(E.4)计算:

$$M = \mu \times \sigma \quad \dots\dots\dots (E.4)$$

式中:

M —— 正数;

μ —— 临界系数;

σ —— 方差。

式中, μ 是一个临界系数, 近似为公式(E.5):

$$\mu = [2.56 + 1.738 \ln N + 0.009 6 \ln^2 N]^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots (E.5)$$

式中:

μ —— 临界系数;

N —— 样本数;

为了统一标准, 约定 N 取一年逐时潮位观测数据样本数, 即 $N=8\,760$ 。由此可得, $\mu=4.374$ 。

故, $M=4.374\sigma$ 。

如果, $|\Delta_k - \bar{\Delta}|$ 大于 M , 则认为该数据是可疑的。

E.3.4 逐时增减水合理性检验

检验逐时增减水(实测水位与天文潮位差值)的合理性, 在以下两种情况下可以认为数据是可疑的:

——对浅水潮较强的海域, 当实际潮位数据和增减水位同时超出合理性范围时;

——对其他区域, 当潮位数据或增减水位中有一个超出合理性范围时。

E.4 整体质量评价

E.4.1 分潮调和常数计算分析

计算分析 M_2 与 K_1 等主要分潮应符合该海域潮波传播变化规律。

计算分析长周期气象分潮(年与半年分潮)调和常数序列应与邻近站位具有良好的相关性。

计算分析随从分潮, 主从分潮的振幅比应接近二者理论比值($-0.2, 0.2$)。

计算分析高频分潮,各高频潮族主要分潮振幅应超过本族内其他分潮振幅。

E.4.2 增减水(余水位)标准偏差计算分析

依据增减水时空变化规律,分析长期资料的标准偏差合理性,检验确定潮汐观测数据整体质量的可靠性。月和年增减水标准偏差 δ 应满足:

$$5\text{ cm} < \delta < 35\text{ cm} \quad \dots\dots\dots (\text{E.6})$$

E.5 人工审核

人工审核异常数据是否为可疑数据或错误数据,并标识或删除;对整体质量存在问题或验潮零点高程不稳定数据,应结合基准潮位核定进行人工分析确认。

附 录 F
(规范性)

水色、透明度和海发光数据质量控制方法

F.1 质量控制方法分类

对水色、透明度和海发光数据的质量控制主要包括以下 2 类：
——基础信息检验，包括格式检验、全等性检验、日期检验、位置检验和着陆检验；
——要素质量控制，检验要素值是否在规定的范围内。

F.2 基础信息检验

详见 A.1.1。

F.3 要素质量控制

水色、透明度和海发光记录应在规定的范围内，参数值见表 F.1，其中海发光类型及强度等级代码表见 GB/T 12460—2006 中表 B.10。

表 F.1 水色、透明度和海发光质量控制参数

要素	质量控制参数
水色	00、01、02、03、04、05、06、07、08、09、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21
透明度	中国近海 0 m～70 m，且不大于站位水深
海发光	H0、H1、H2、H3、H4、M0、M1、M2、M3、M4、S0、S1、S2、S3、S4

参 考 文 献

- [1] HY/T 042—2015 海洋仪器设备分类、代码与型号命名
 - [2] 方国洪,等. 潮汐和潮流的分析和预报[M].北京:海洋出版社,1986
 - [3] 陈上及,马继瑞.海洋数据处理分析方法及其应用[M].北京:海洋出版社,1991
 - [4] Argo data management.Argo Quality Control Manual For CTD and Trajectory Data
-